

5

10 Gleichrichteranordnung mit unterschiedlichen Gleichrichterelementen

Stand der Technik

15 Gleichrichter für Kfz-Drehstromgeneratoren werden üblicherweise mit 6 Siliziumdioden ausgestattet, die als Brücke verschaltet sind. Kennzeichnend ist für alle diese Gleichrichterkonfiguration, dass sie in der Regel entweder nur mit hochsperrenden Dioden, also Dioden ohne Spannungsbegrenzungsfunktion oder Zenerdioden, also Dioden mit Spannungsbegrenzungsfunktion bestückt sind. Es werden dabei also jeweils nur gleichartige Halbleiterdioden verwendet. Eine Ausnahme sind Gleichrichter, bei denen ein zusätzli-

20 ches Paar von Dioden mit dem Sternpunkt der Generatorständwicklung verbunden sind. Die Sternpunktdioden sind in diesem Fall aus Kostengründen manchmal als hochsperrende Dioden ausgeführt, die Phasendioden aber als Zenerdioden.

Es sind auch Gleichrichter mit 7, 8, 12, 14 oder mehr Dioden im Einsatz. Dabei wird beispielsweise die Anzahl der Dioden dann von 6 auf 12 verdoppelt, wenn besonders hohe Temperatur- oder Stromanforderungen erfüllt werden sollen. Die Verschaltung der Dioden ist dann so, dass zwei Dioden parallelgeschaltet werden.

25

Die Höhe des gleichgerichteten Signals, also des Generatorstroms oder der Generatorspannung zeigt eine charakteristische Variation, die von verschiedenen Einflussfaktoren abhängt. Diese Variation wird als Generatorwelligkeit bezeichnet. Ein wesentlicher Beitrag zur Generatorwelligkeit wird durch die sogenannte Reverse Recovery Zeit t_{rr} der Dioden verursacht. Die Reverse Recovery Zeit t_{rr} ist dabei eine Art Schaltzeit.

30

Werden herkömmliche Generatoren bei hohen Drehzahlen und großen Strömen betrieben, steigt die Spannungs- bzw. Stromwelligkeit stark an, da die zu schaltende Stromflanke dI/dt zunimmt.

5 Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Gleichrichteranordnung hat den Vorteil, dass auch bei hohen Drehzahlen und großen Strömen die Spannungs- bzw. Stromwelligkeit gering bleibt, so dass der Einsatz von erfindungsgemäßen Gleichrichtern unter Verwendung von Dioden auch bei Generatoren mit hoher Leistung möglich ist. Erzielt wird dieser Vorteil, durch die im Anspruch 1 angegebene Merkmalskombination, nach der eine Gleichrichteranordnung, insbesondere eine Gleichrichterbrücke, die mehrere Gleichrichterelemente umfasst, so ausgestaltet ist, dass vorgebbare Gleichrichterelemente sich in wenigstens einer Eigenschaft von den übrigen Gleichrichterelementen unterscheidet. Die Gleichrichterelemente sind vorteilhafter Weise Dioden.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen werden durch die in den abhängigen Ansprüchen angegebenen Maßnahmen erhalten. Dabei ist besonders vorteilhaft, dass bei Gleichrichteranordnungen, die bei sehr hohen Strömen funktionsfähig bleiben sollen, durch Verdoppelung der Zahl der eingesetzten Dioden und Parallelschaltung von jeweils zwei Dioden die Spannungs- bzw. Stromwelligkeit ebenfalls deutlich verringert werden kann, indem als parallelgeschalteten Dioden jeweils Dioden mit wenigstens einer unterschiedlichen Eigenschaften eingesetzt werden.

Die Eigenschaften, in denen sich die eingesetzten Gleichrichterelemente bzw. Dioden unterscheiden sind vorteilhafter Weise die Schaltzeit, bzw. die Reverse Recovery-Schaltzeit (t_{rr}) und/oder die Stromdichte und/oder die Chipfläche und/oder die Chipdicke und/oder die Durchbruchspannung (UZ) und/oder der Innenwiderstand (RI) und/oder der Bahnwiderstand und/oder eine weitere Eigenschaft, die zur Reduzierung der Welligkeit geeignet ist. Die Kombination der Dioden mit den vorteilhaften Eigenschaften ist dabei nach Erfordernissen wählbar. Es sind auch weitere Kombinationen von Dioden, die sich in mindestens einer Eigenschaft unterscheiden, denkbar, sowohl für Gleichrichter mit 6 als auch mit 12 Dioden denkbar.

Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird in der Beschreibung näher erläutert. Im einzelnen zeigt Figur 1 eine erfindungsgemäße Aus-
gestaltung einer Gleichrichterbrücke mit unterschiedlichen Gleichrichterelementen. Figur
2 verdeutlicht schematisch den prinzipiellen Diodenstromverlauf über der Zeit während
eines Abschaltvorgangs.

Beschreibung

In der Figur 1 ist ein Ausführungsbeispiel für eine Gleichrichteranordnung dargestellt.
Diese Gleichrichteranordnung umfasst eine Gleichrichterbrücke mit sechs Plusdioden PD
und sechs Minusdioden MD, also mit insgesamt 12 Dioden, wobei die Dioden D11 bis
D16 (D1), sich in wenigstens einer Eigenschaft von den Dioden D21 bis D26 (D2) unter-
scheiden. Die Dioden sind gemäß Ausführungsbeispiel Zenerdioden, generell können ge-
eignete Gleichrichterelemente eingesetzt werden. Jeweils zwei Dioden mit unterschiedli-
chen Eigenschaften sind parallel geschaltet, beispielsweise die Diode D11 und die Diode
D21.

Die Gleichrichterbrücke ist über die Anschlüsse A1, A2, A3 mit einem Generator G ver-
bindbar, wobei über diese Anschlüsse prinzipiell das gleichzurichtende Signal, also eine
Spannung oder ein Strom zugeführt werden kann. An den Anschlüssen A4 und A5 ent-
steht das gleichgerichtete Signal. Der Anschluß A5 liegt üblicher Weise auf Masse.

Durch die Parallelschaltung von vorgebbaren Dioden ist die in Figur 1 dargestellte
Gleichrichteranordnung geeignet, bei Generatoren mit sehr hohen Strömen eingesetzt zu
werden und kann auch bei großen Drehzahlen die dann vom Generator abgegebene hohe
Leistung noch verarbeiten bzw. die Generatorspannung oder den Generatorstrom gleich-
richten.

Die Dioden D1 und D2 bzw. D11 bis D16 und D21 bis D26 unterscheiden sich vonein-
ander in mindestens einer Eigenschaft, gegebenenfalls auch in einer Kombination von Ei-
genschaften, wobei diese Eigenschaft oder Eigenschaften die Schaltzeit, bzw. die Reverse
Recovery-Schaltzeit (t_{rr}) und/oder die Stromdichte und/oder die Chipfläche und/oder die
Chipdicke und/oder die Durchbruchspannung (U_Z) und/oder Innenwiderstand (R_I)

und/oder der Bahnwiderstand ist oder eine weitere Eigenschaft, die zur Reduzierung der Welligkeit geeignet ist.

Neben der in der Figur 1 dargestellten Ausgestaltung sind auch andere Kombinationen von Dioden oder Gleichrichterelementen möglich. Beispielsweise können sich die "unteren", also die Minusdioden nur aus einem Diodentyp zusammensetzen. Es wären dann die Dioden MD vom alle vom gleichen Typ, während die Plusdioden PD in D1 und D2 unterscheiden. Auch die umgekehrte Lösung ist möglich.

Eine weitere Ausgestaltung besteht darin, dass nur in einem oder zwei Strängen unterschiedliche Diodentypen bzw. Dioden mit unterschiedlichen Eigenschaften eingesetzt werden. Weitere Ausgestaltungen können neun Dioden, beispielsweise sechs in beschriebener Weise parallel geschaltete Plusdioden und drei Minusdioden MD umfassen.

In Figur 2 ist der prinzipielle Verlauf des Diodenstroms I_F während eines Abschaltvorgangs über der Zeit t dargestellt. Dabei ist zu erkennen, dass beim Abschalten eines hohen Diodenstromes I_F mit einer Steigung dI_F/dt zum Zeitpunkt des Übergangs von Fluss zu Sperrpolung für eine gewisse Zeit, die Reverse Recovery Zeit t_{rr} ein Strom in Rückwärtsrichtung I_r fließt, da zuerst Minoritätsladungsträger in der Diode ausgeräumt oder abgebaut werden müssen, wobei gilt: $Q_{Ladungsträger} = f(I_F, T_{CHIP})$. Die Reverse Recovery Zeit t_{rr} kann in einen Zeitabschnitt t_1 und einen Zeitabschnitt t_2 aufgeteilt werden.

Häufig ist der Stromabriss im zweiten Zeitabschnitt t_2 sehr abrupt, d.h. die Stromänderung dI_r/dt beim maximalen Rückwärtsstrom I_{rmax} ist sehr groß. I_{rmax} repräsentiert dabei den dem Rückwärtsstromwendepunkt. Die vorstehend genannten Bedingungen führen dazu, dass ein dass nur ein geringer Softfaktor erhalten wird. Mit Softfaktor wird der Zusammenhang $s = t_2/t_1$ bezeichnet.

Die entstehende Spannungswelligkeit kann mit $\Delta U_g = LBN \cdot dI_r/dt_{max}$ abgeschätzt werden, wobei gilt:

t_{max} : Zeitpunkt des maximalen Stromänderung dI_r/dt , ist i.a. mit dem Zeitpunkt des maximalen Rückwärtsstromes identisch.

LBN : Bordnetzinduktivität

Werden nun Dioden mit unterschiedlicher Reverse Recovery Zeit geeignet parallel geschaltet, kann der Stromabrisss weicher, d.h. mit geringerem dI_r/dt_{max} eingestellt werden. Dies äußert sich in einer geringeren Welligkeit der gleichgerichteten Spannung und damit auch des gleichgerichteten Stroms. Es kann somit erfindungsgemäß die Welligkeit durch Einsatz bestimmter Dioden bzw. Gleichrichterelemente verringert werden.

Erfindungsgemäß wird eine Diode D1 mit hohem Softfaktor s_1 und eine Diode D2 mit weichem Softfaktor s_2 parallel geschaltet. Wenn die Diode D1 mit einer, beispielsweise um 20 % - 40 % geringeren Stromdichte als Diode D2 betrieben wird, erreichen die Dioden den Rückstromwendepunkt zu unterschiedlichen Zeiten. Dies führt zu einem insgesamt weichen Schalten, d.h. zu einem größeren Softfaktor der Gesamtanordnung.

Eingesetzt in eine Gleichrichteranordnung mit einer Vielzahl von Gleichrichterelementen, insbesondere Dioden, ist es möglich, die Gleichrichteranordnung so auszugestalten, dass an vorgebbaren Stellen Parallelschaltungen von Dioden mit unterschiedlichen Eigenschaften eingesetzt werden, wobei die Auswahl der Dioden unter Berücksichtigung der zu erzielenden Effekte zu erfolgen hat. Ein bevorzugtes Einsatzgebiet ist für die Gleichrichterbrücke bei einem Hochleistungsgenerator in einem KFZ.

Zusammengefasst kann mit der Erfindung eine Reduzierung der Generatorwelligkeit durch Parallelschaltung von Dioden mit unterschiedlichen Reverse Recovery Eigenschaften und/oder unterschiedlicher Stromdichte erhalten werden. Zum Erzielen des unterschiedlichen Reverse Recovery Verhaltens können Dioden mit unterschiedlichen Durchbruchspannungen eingesetzt werden und beispielsweise Halbleiterdioden im Zenerspannungsbereich von 18 Volt bis 50 Volt mit Dioden im Zenerspannungsbereich von 100 Volt bis 800 Volt kombiniert werden. Unterschiedliche Stromdichten können durch unterschiedliche Chipflächen und/oder unterschiedlichen Chipdicken und/oder unterschiedliche Bahnwiderstände der Halbleiter realisiert werden.

5

10 Patentansprüche

15

1. Gleichrichteranordnung, insbesondere Gleichrichterbrücke für einen Drehstromgenerator, die mehrere Gleichrichterelemente umfasst, dadurch gekennzeichnet, dass vorgebbare Gleichrichterelemente sich in wenigstens einer Eigenschaft von den übrigen Gleichrichterelementen unterscheiden.

20

2. Gleichrichteranordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Eigenschaften der Gleichrichterelemente so gewählt werden, dass die Welligkeit der am Ausgang der Gleichrichteranordnung abgreifbaren Spannung oder des abgreifbaren Stromes minimal ist oder zumindest reduziert wird.

25

3. Gleichrichteranordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Eigenschaft, in der sich die Gleichrichterelemente wenigstens unterscheiden, die Schaltzeit, bzw. die Reverse Recovery-Schaltzeit (t_{rr}) und/oder die Stromdichte und/oder die Chipfläche und/oder die Chipdicke und/oder die Durchbruchspannung (ZU) und/oder der Innenwiderstand (RI) und/oder der Bahnwiderstand und/oder eine weitere Eigenschaft, die zur Reduzierung der Welligkeit geeignet ist, ist.

30

4. Gleichrichteranordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Gleichrichterelemente Dioden, insbesondere Zenerdioden sind.

35

5. Gleichrichteranordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass vorgebbare Gleichrichterelemente Parallelschaltungen von zwei Dioden mit unterschiedlichen Eigenschaften sind.

6. Gleichrichteranordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Dioden unterschiedliche Schaltzeiten bzw. unterschiedliche Reverse Recovery-Schaltzeiten (t_{rr}) aufweisen.
- 5 7. Gleichrichteranordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das unterschiedliche Reverse-Recovery-Verhalten durch Verwendung von Dioden mit unterschiedlichen Durchbruchspannungen erreicht wird.
- 10 8. Gleichrichteranordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass eine der beiden Dioden im Zenerspannungsbereich von 18 Volt bis 50 Volt und die andere im Zenerspannungsbereich von 100 Volt bis 800 Volt liegt.
- 15 9. Gleichrichteranordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass unterschiedliche Stromdichten der Gleichrichterelemente durch unterschiedliche Chipflächen und/oder Chipdicken und/oder Bahnwiderstände realisiert werden.
- 20 10. Gleichrichteranordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer Gleichrichterbrücke als Gleichrichterelemente zwölf Dioden eingesetzt werden, wobei jeweils zwei Dioden mit unterschiedlichen Eigenschaften parallelgeschaltet sind.
- 25 11. Gleichrichteranordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer Gleichrichterbrücke mit zwölf Dioden entweder nur die Plus- oder nur die Minus-Dioden Parallelschaltungen von zwei Dioden mit unterschiedlichen Eigenschaften aufweisen.
- 30 12. Gleichrichteranordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer Gleichrichterbrücke mit zwölf Dioden vier Dioden mit der ersten Eigenschaft und acht mit der zweiten Eigenschaft eingesetzt werden.
13. Gleichrichteranordnung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Gleichrichterbrücke neun Dioden aufweist.

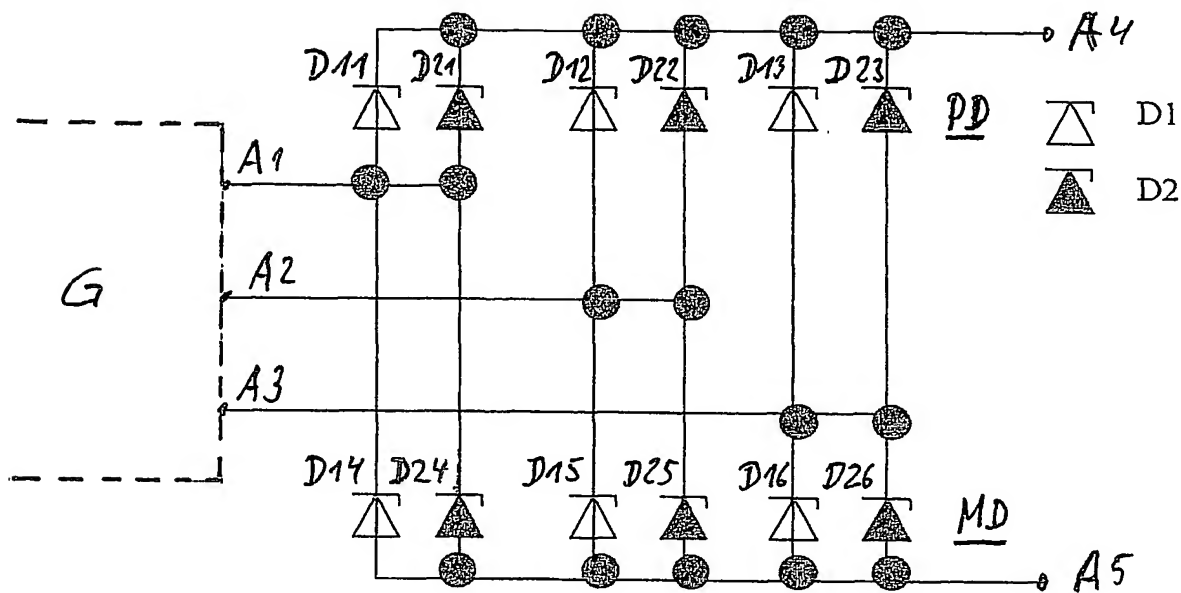


Fig 1

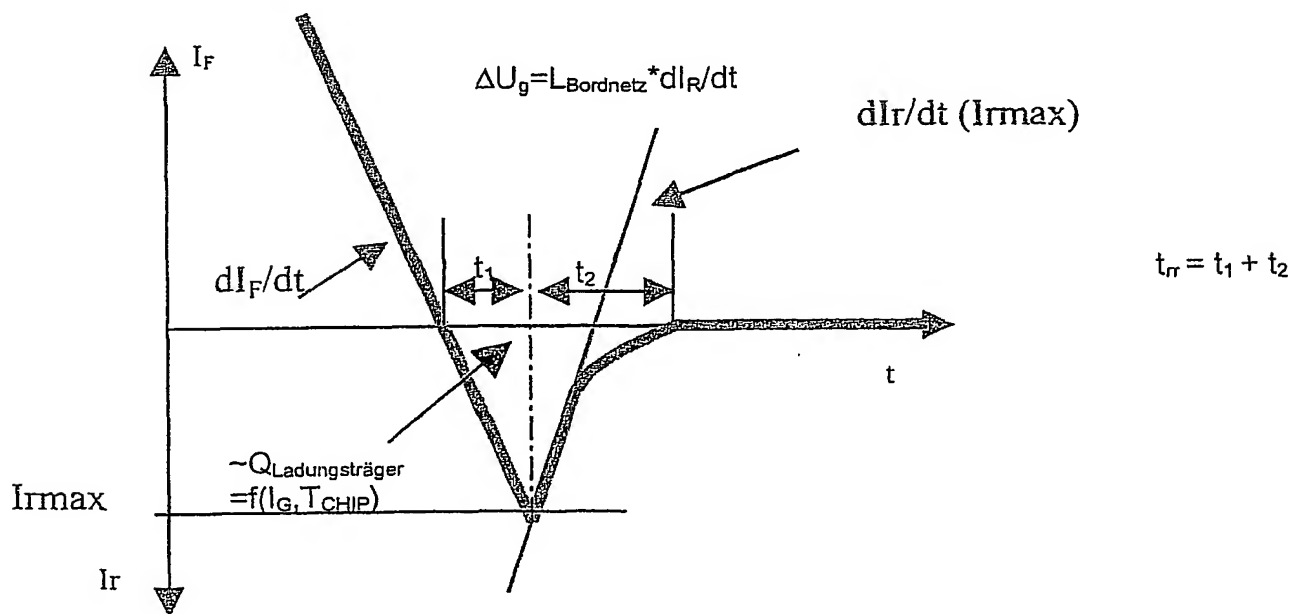


Fig 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE2004/001352

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H02M7/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 H02M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	FR 2 648 966 A (ALSTHOM GEC) 28 December 1990 (1990-12-28) the whole document	1-3
X	EP 1 102 389 A (BOSCH GMBH ROBERT) 23 May 2001 (2001-05-23) abstract; figure 1	1
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 0091, no. 69 (E-328), 13 July 1985 (1985-07-13) -& JP 60 043071 A (NIPPON DENKI KK), 7 March 1985 (1985-03-07) abstract	1-13

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- * & * document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

12 November 2004

Date of mailing of the international search report

19/11/2004

Name and mailing address of the ISA
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel: (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3018

Authorized officer

Gentili, L

Best Available Copy

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE2004/001352

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR 2648966	A	28-12-1990	FR 2648966 A1	28-12-1990
EP 1102389	A	23-05-2001	DE 19954974 A1	07-06-2001
			EP 1102389 A2	23-05-2001
			JP 2001190024 A	10-07-2001
JP 60043071	A	07-03-1985	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/001352

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 H02M7/06

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 H02M

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	FR 2 648 966 A (ALSTHOM GEC) 28. Dezember 1990 (1990-12-28) das ganze Dokument	1-3
X	EP 1 102 389 A (BOSCH GMBH ROBERT) 23. Mai 2001 (2001-05-23) Zusammenfassung; Abbildung 1	1
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 0091, Nr. 69 (E-328), 13. Juli 1985 (1985-07-13) -& JP 60 043071 A (NIPPON DENKI KK), 7. März 1985 (1985-03-07) Zusammenfassung	1-13

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

12. November 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

19/11/2004

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Gentili, L

Best Available Copy

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/001352

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
FR 2648966	A	28-12-1990	FR	2648966 A1	28-12-1990
EP 1102389	A	23-05-2001	DE	19954974 A1	07-06-2001
			EP	1102389 A2	23-05-2001
			JP	2001190024 A	10-07-2001
JP 60043071	A	07-03-1985	KEINE		